

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

« 01 » _____ 09 _____ 2020 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Силабус «Диференціальні рівняння» для студентів за спеціальністю

(назва дисципліни)

124 «Системний аналіз» і освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 09 » червня 2020 р. – 10 с.

Розробник: Ніколаєв О.Г., завідувач кафедри вищої математики та

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

системного аналізу, д.фіз.-мат.н., професор


(підпис)

Силабус розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та

(назва кафедри)

системного аналізу

Протокол № 11 від «26» червня 2020 р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г.Ніколаєв

(ініціали та прізвище)

Опис навчальної дисципліни

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»

Освітня програма: «Системний аналіз і управління»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Форма навчання: денна

Семестр, в якому викладається дисципліна: 3-й

Дисципліна: обов'язкова

Загальна кількість годин/ кредитів за навчальним планом: 135 годин/ 4,5 кредити ЄКТС

Види занять: лекції, практичні заняття

Вид контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомлення й оволодіння методами теорії диференціальних рівнянь та їх основними застосуваннями; сприяння розвитку логічного й аналітичного мислення студентів.

Завдання: розв'язувати основні типи елементарно інтегровних рівнянь, застосовувати теоретичні методи до дослідження математичних моделей фізичних явищ.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні набути таких **компетентностей:**

інтегральна:

здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальні:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК 4);
- здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово (ЗК 5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 7);
- **фахові:**
- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів (ФК 2);
- здатність будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів (ФК 3).

Очікувані програмні результати навчання:

- знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу (ПРН 1).
- знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь у частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики (ПРН 4).

Міждисциплінарні зв'язки: базою для засвоєння курсу є «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Фізика». Поняття, методи, алгоритми, формули курсу використовуються в таких дисциплінах: «Рівняння математичної фізики», «Моделювання складних систем», «Теорія керування», «Системний аналіз».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку

Тема 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь

Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь (ДР). Основні означення теорії диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння першого порядку, розв'язні відносно похідної. Поле напрямів. Геометричний зміст розв'язків диференціального рівняння. Метод ізоклін. Задача Коші для ДР першого порядку.

Кількість годин на тему – 8, з них лекції – 2, практичні заняття – 2, самостійна робота – 4.

Тема 2. Класи диференціальних рівнянь першого порядку

ДР з відокремлюваними змінними та звідні до них. Однорідні ДР та звідні до них. Лінійні ДР першого порядку та звідні до них. Рівняння Ріккати. Рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальні множники. Теорема Пікара існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Особливі розв'язки ДР. Обвідна сім'ї кривих. Дискримінантна крива. ДР, які не розв'язні відносно похідної. Метод параметричного диференціювання. Рівняння Клеро та Лагранжа.

Кількість годин на тему – 34, з них лекції – 6, практичні заняття – 10, самостійна робота – 18.

Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння старших порядків

Тема 3. Диференціальні рівняння старших порядків

Задача Коші для ДР старших порядків. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Типи рівнянь старших порядків, що допускають зниження порядку.

Кількість годин на тему – 14, з них лекції – 2, практичні заняття – 4, самостійна робота – 8.

Тема 4. Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь

Загальні означення. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші. Лінійна залежність та незалежність системи функцій на проміжку. Вронскіан. Формула Остроградського-Ліувілля. Теорема про лінійну залежність та незалежність розв'язків лінійних однорідних ДР. Існування фундаментальної системи розв'язків у лінійного однорідного ДР. Структури загальних розв'язків лінійних однорідного та неоднорідного рівнянь. Формула Коші для частинного розв'язку лінійного неоднорідного рівняння. Функція Коші (впливу). Означення дельта-функції та її властивості. Принцип суперпозиції. Фізичний зміст функції Коші.

Кількість годин на тему – 10, з них лекції – 3, практичні заняття – 1, самостійна робота – 6.

Тема 5. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами

Метод Ейлера. Характеристичне рівняння. Побудова ФСР для різних випадків коренів характеристичного рівняння. ДР зі спеціальною правою частиною. Резонанс та його відсутність. Механічний зміст. Метод варіації довільних сталих.

Кількість годин на тему – 16, з них лекції – 3, практичні заняття – 5, самостійна робота – 8.

Модульний контроль – 2

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Системи лінійних диференціальних рівнянь

Тема 6. Системи диференціальних рівнянь

Загальні означення. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для лінійних систем ДР першого порядку. Лінійна залежність та незалежність вектор-функцій. Вронскіан. Загальна теорія лінійних систем ДР першого порядку. Фундаментальна система розв'язків лінійної однорідної системи, фундаментальна матриця. Формула Остроградського – Ліувілля для лінійних систем. Структури загальних розв'язків однорідної та неоднорідної систем. Матриця Коші, знаходження частинного розв'язку неоднорідної системи. Системи лінійних ДР зі сталими коефіцієнтами. Побудова ФСР методом Ейлера для різних випадків коренів характеристичного рівняння. Метод варіації довільних сталих для розв'язання неоднорідних систем ДУ. Побудова матрицанту за допомогою матричної експоненти.

Кількість годин на тему – 20, з них лекції – 6, практичні заняття – 4, самостійна робота – 10.

Змістовий модуль 4. Елементи аналітичної теорії диференціальних рівнянь

Тема 7. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку з аналітичними коефіцієнтами

Правильна особлива точка ДР. ДР класу Фукса. Побудова розв'язків рівняння класу Фукса методом степеневих рядів. Визначальне рівняння і характеристичні показники. Застосування до рівняння Бесселя. Функції Бесселя і Неймана.

Кількість годин на тему – 10, з них лекції – 4, практичні заняття – 0, самостійна робота – 6.

Змістовий модуль 5. Крайові задачі

Тема 8. Крайові задачі для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку

Постановка крайових задач для лінійного ДР. Крайова задача Штурма – Ліувілля. Властивості власних функцій та власних значень задачі Штурма – Ліувілля. Функція Гріна. Розвинення в ряд за власними функціями задачі Штурма – Ліувілля.

Кількість годин на тему – 19, з них лекції – 6, практичні заняття – 2, самостійна робота – 11.

Модульний контроль – 2

4. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи «Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Системи ОДР».

5. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю, усної здачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю, фінального контролю у вигляді семестрового контролю у вигляді іспиту (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску).

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

7.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Робота на практичних заняттях	0...2,5	6	0...15
Самостійна робота	0...1	5	0...5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Робота на практичних заняттях	0...2,5	5	0...12,5
Самостійна робота	0...1	5	0...5
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Змістовний модуль 3			

Робота на лекціях	0...0,5	3	0...1,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	2	0...5
Самостійна робота	0...1	2	0...2
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...0,5	2	0...1
Робота на практичних заняттях	0...2,5	-	-
Самостійна робота	0...1	-	-
Змістовний модуль 5			
Робота на лекціях	0...0,5	3	0...1,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	1	2,5
Самостійна робота	0...1	1	1
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Всього за семестр(*)			0...122

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з п'яти питань (двох теоретичних і трьох практичних). За кожне питання студент може одержати максимальну суму балів - 20.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Задовільно (60-74). Оцінка ставиться, якщо студент знає основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь, може визначити клас диференціальних рівнянь першого порядку, зінтегрувати такі типи диференціальних рівнянь: з відокремлюваними змінними, однорідне, лінійне першого порядку, лінійне рівняння старших порядків зі сталими коефіцієнтами. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 12 балів. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення (теореми Коші – Пікара, про існування ФСР лінійних ДР і системи лінійних ДР, формули Коші, Остроградського – Ліувілля), правильно розв'язує практичні завдання білету. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 15 балів. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки не принципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 18 балів.

7.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 7.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 1,5 бала за захист виконаного домашнього завдання, 2 бали за самостійно розв'язану задачу або 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача, 2 бали за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень біля дошки.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом у поза аудиторний час.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи, яка складається з 5 задач за темами, означеними в назві роботи. За кожну задачу можна одержати максимально 4 бали.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях. Білет для модульного контролю включає 4 питання (два теоретичних і два практичних). За відповідь на одне питання студент може отримати максимально 6 балів. Критерії оцінювання у відсотковому відношенні відповідають якісним критеріям з п. 7.2.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

8. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, які видані в університеті :

1. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 1 – Х.: ХАІ, 2019.
2. Брисіна І.В. та ін. Практичний курс вищої математики в 4-х кн. Кн. 2. Навч. посібник для ВНЗ України. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
3. Робочий зошит. Інтегральне числення. Диференціальні рівняння. Харків, ХАІ, 1997.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: [//library.khai.edu](http://library.khai.edu). Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;

Базова

1. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 1 – Х.: ХАІ, 2019.
2. Брисіна І.В. та ін. Практичний курс вищої математики в 4-х кн. Кн. 2. Навч. посібник для ВНЗ України. – Х.: ХАІ, 2004.
3. Робочий зошит. Інтегральне числення. Диференціальні рівняння. – Х.: ХАІ, 1997.
4. Богданський Ю.В. Диференціальні рівняння: навч. посібник. – К.: Політехніка, 2011.
5. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко В.Т., Харченко І.І. Диференціальні рівняння для інформатиків. – К.: ВПЦ КНУ, 2008.
6. Лавренюк С.П. Курс диференціальних рівнянь. – Львів: ВНТЛ, 1997.
7. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Диференціальні рівняння. – К.: Либідь, 2003.

Допоміжна

1. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: МЦНМО, 2012.
2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – Ижевск: НИЦ РХД, 2000.
3. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
4. Костюченко А.Г. Распределение собственных значений (самосопряженные дифференциальные операторы). – М.: Наука, 1979.
5. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. – Cambridge: University Press, 2004.

10. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
<https://library.khai.edu>